

Exploración y caracterización morfológica de poblaciones de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) del estado de Guerrero, México*

Morphological exploration and characterization of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) populations from state of Guerrero, Mexico

Noé Alarcón-Cruz¹§, Rafael Ariza Flores², Aristeo Barrios Ayala³, David H. Noriega Cantú⁴ y Juan Porfirio Legaria Solano⁵

¹Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco. Km. 38.5. Chapingo, Estado de México C. P. 56230. (noealarcon1242003@hotmail.com). ²Centro de Investigación Regional Pacífico Sur (CIRPS), INIFAP. Melchor Ocampo Núm. 7, Col. Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca, Oaxaca. C. P. 68200. (ariza.rafeal@inifap.gob.mx.) ³Campo Experimental Iguala- INIFAP. C. P. 40000. Carretera Tuxpan km.2.5 iguala Guerrero México. (barrios.aristeo@inifap.gob.mx) ⁴Campo Experimental Iguala- INIFAP. (noriega.david@inifap.gob.mx). ⁵Departamento de Fitotecnia Programa de Genética de la Universidad Autónoma Chapingo km. 38.5. Carretera México Texcoco. Chapingo Estado de México C. P. 56230. México. (ilegaria@correo.chapingo.mx). §Autor para correspondencia: noealarcon1242003@hotmail.com.

Resumen

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo durante el periodo de 2007 a 2009 y tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente a 47 colectas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) que representaron a poblaciones del estado de Guerrero. En la caracterización morfológica se evaluaron 50 variables, mismas que se separaron en 40 cuantitativas y 10 cualitativas. De las cuantitativas se seleccionaron 25 variables y de las cualitativas cinco con alta significancia. En la caracterización de datos morfológicos se utilizaron correlaciones, análisis de correspondencia y de agrupamiento. Los caracteres morfológicos cuantitativos que más aportaron a la diferenciación de los genotipos de jamaica fueron: longitud en la base del lóbulo principal de la hoja, longitud promedio del fruto, perímetro promedio del fruto, longitud vertical de la hoja, ángulo del lóbulo izquierdo de la hoja, croma (C) de la flor y promedio de color de hoja cuantificado con colorímetro (L). Los caracteres cualitativos que mejor ayudaron a definir los grupos de jamaicas fueron el color visual de la hoja, precocidad, color aparente del tallo, color de brácteas y ausencia o presencia de glándulas melíferas que contribuyeron de manera substancial en la separación de los grupos.

Abstract

During 2007 to 2009 period this study was performed. Taking place at facilities of Universidad Autónoma Chapingo, the aim was to morphologically characterize 47 collections of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) that represented populations from the state of Guerrero. In morphological characterization 50 variables were assessed, which were divided into 40 quantitative and 10 qualitative variables. 25 were selected from the quantitative ones and five with high importance from the qualitative. For morphological data characterization correlations, correspondence and grouping analysis were used. The quantitative morphological characters that most contributed to differentiation of roselle genotypes were: width at the base of leaf's main lobule, average length of fruit, average fruit perimeter, leaf's vertical length, leaf's left lobule angle, flower's chroma (C) and average leaf's color quantified by colorimeter (L). The qualitative characters that best helped to define roselle groups were leaf's visual color, earliness, stem's apparent color, bracts color and lack or presence of glands, which substantially contributed to segregate the groups.

* Recibido: junio de 2011
Aceptado: febrero de 2012

Palabras clave: agrupamientos, caracterización, colectas, germoplasma.

Key words: groupings, characterization, collections, germplasm.

Introducción

La jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), pertenece a la familia de las Malvaceae y es un cultivo anual nativo de África tropical. Actualmente, el cultivo es extensamente cosechado en la India, Sudán, Egipto, Senegal y Tailandia por sus agradables cálices de color rojo los cuales son usados para hacer mermeladas, gelatinas y refrescos (Al-Wandawi *et al.*, 1984; Balami, 1998).

Por otra parte, extractos de sépalos y semillas de jamaica en agua y aceite presentan una alta capacidad antioxidante, los cuales pueden proteger a las células contra los daños ocasionados por los radicales libres (Pin-Der y Gow-Chin, 1997). Recientemente, el aceite extraído de semillas de la planta ha demostrado tener un efecto inhibitorio sobre algunas bacterias y hongos *in vitro*. Además, el extracto que procede de los sépalos en el cultivo de jamaica puede tener un efecto considerable sobre la reducción de la presión arterial (Haji Faraji y Haji, 1999). En Egipto, *Hibiscus sabdariffa* L., es importante porque tiene uso farmacéutico, alimenticio e industrial (cosméticos) (Omer *et al.*, 1997). Como resultado de la importancia de *Hibiscus sabdariffa* L., a nivel internacional, el área de cultivo se está incrementando en México de manera gradual con fines de utilización y exportación. En 2008 Guerrero obtuvo una producción de 1 603.19 t de jamaica y a partir de ese año a 2010 la producción se ha incrementado a 3 792.71 t; cuyo incremento porcentual representa 42.27% de la producción estatal (Anónimo, 2008, 2010). El objetivo de este estudio fue la caracterización morfológica en *Hibiscus sabdariffa* L., debido a que se buscó evaluar la variación para un número de caracteres morfológicos en 47 colectas de jamaica, a través del estudio de parámetros morfológicos, mismos que contribuyen al rendimiento de las plantas.

En caracterización morfológica se estudiaron 47 materiales de *Hibiscus sabdariffa* L., colectados en regiones tropicales y subtropicales del estado de Guerrero, en un rango de altura de 0- 1200 m. Los municipios muestreados fueron Tecoaapa, Acapulco, Ometepec, Tlapa, El Ocotito, Atoyac de Álvarez, Iguala, Chilpancingo y Arcelia. El experimento se estableció en instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) bajo condiciones de invernadero rústico sin

Introduction

Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) belongs to Malvaceae family and is a yearly crop from tropical Africa. Currently, thanks to its well-known red calyxes flavor the crop is widely harvested in India, Sudan, Egypt, Senegal and Thailand and is used to make jam, gelatin and beverages (Al-Wandawi *et al.*, 1984; Balami, 1998).

On the other hand, sepals extracts and roselle seeds in water and oil have a high antioxidant capacity, that can protect cells against damage by free radicals (Pin-Der and Gow-Chin, 1997). Recently, oil extracted from plant's seeds had proven inhibiting effect against some bacteria and fungi *in vitro*. Also, the extract that comes from sepals in roselle crop can have an important beneficial effect on blood pressure (Haji Faraji and Haji, 1999). In Egypt, *Hibiscus sabdariffa* L., outstands thanks to its pharmaceutical, food and industrial (cosmetics) use (Omer *et al.*, 1997). As result of *Hibiscus sabdariffa* L., importance at international level, the crop area is gradually increasing in Mexico with export and usage means.

During 2008 in Guerrero production yield was of 1 603.19 t of roselle and from that point to 2010 production has increased to 3 792.71 t; this means for increase in production of 42.27% (Anonymous, 2008, 2010). The aim of this study was to obtain the morphological characterization in *Hibiscus sabdariffa* L., due assessment variation for a given number of morphological characters in 47 collections of roselle, through study of morphological parameters that contribute to plant's yield.

In the morphological characterization, 47 materials of *Hibiscus sabdariffa* L., collected in tropical and subtropical regions from state of Guerrero, at height range from 0 to 1200 m, were studied. The samples came from the municipalities Tecoaapa, Acapulco, Ometepec, Tlapa, El Ocotito, Atoyac de Álvarez, Iguala, Chilpancingo and Arcelia. The experiment was performed at facilities of Universidad Autónoma Chapingo (UACH) under rustic greenhouse conditions without heating and with glass cover during January-October 2008 period. The university is located in the state of Mexico, between

calefacción y con cubierta de cristal en el periodo de enero-octubre del 2008. La universidad se localiza en el Estado de México, entre las coordenadas 19° 29'34.61" latitud norte, 98° 53'06.93" longitud oeste, a 2 254 msnm. La zona presenta un clima templado subhúmedo. La temperatura media oscila entre 22 y 28 °C. El clima se clasifica como C Wo w b (y) g García (1988).

El experimento empezó con el establecimiento del semillero, en el cual se utilizó como sustrato el 'cosmo peat'. El número de semillas que se colocaron por compartimiento fueron 2, a una profundidad no mayor de 5 mm en cada charola; al término del día 4 el proceso de germinación comenzó en la mayoría de las colectas. Las plántulas permanecieron en el semillero por un periodo de 2 meses hasta su trasplante en bolsas de plástico negras de 30 x 30 cm utilizando como sustrato una combinación de tezontle, lana de roca, fibra de coco y dos sustratos turbas que reciben los nombres comerciales de 'cosmo peat' y 'promix', asignando 2 plantas por bolsa.

El número total de plantas por colectas fueron 20, dando un total de 940 plantas distribuidas uniformemente en 470 bolsas negras de 30 x 30.

Para el diseño experimental y variables evaluadas en la caracterización morfológica se utilizó un diseño completamente al azar en el que se empleó como unidad experimental una planta. Las variables de respuesta fueron el rendimiento y las características morfológicas de las colectas. Se evaluó un sólo tratamiento, debido a que era necesario mantener las condiciones homogéneas en las unidades experimentales.

Variables evaluadas

La fase metodológica del proyecto incluyó la exploración física y ecogeográfica para la identificación de los recursos fitogenéticos de interés de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). La estrategia de exploración consistió en la identificación y muestreo de las plantas, basándose en requerimientos agroecológicos de la especie como son clima, suelo, pendiente y altitud; así como en la lista de localidades descritas como productoras de jamaica en el estado de Guerrero (Anónimo, 2006). Los criterios de selección de las plantas fueron: a) que los especímenes provinieran de plantas y sitios diferentes además de encontrarse en estado productivo y aparentemente sanas; b) el número de plantas a las que se les tomó la muestra presentó una variación

coordinates 19° 29'34.61" north latitude, 98° 53'06.93" west longitude, at 2 254 masl. The zone has sub humid temperate climate. The average temperature varies between 22 and 28 °C. Weather is classified like C Wo w b (y) g García (1988).

The experiment started with settling of seedbed, in which 'cosmo peat' was used like substrate. Two seed were used per tray's division, at a deep no longer than 5 mm in each tray; at the end of day 4 germination process started in most of collections. The shoots were kept in the seedbed during 2 months before transplanting them to 30 x 30 cm black plastic bags using like substrate a mixture of tezontle, rockwool, coconut fiber and two peat moss substrates known by their brand name as 'cosmo peat' and 'promix', placing two plant per bag.

Total amount of plants per collection were 20, with a total of 940 plants evenly distributed in 470 black plastic 30 x 30cm bags.

For the experimental design and assessed variables in morphological characterization a completely random design was used with one plant as experimental unit. The response variables were yield and collections' morphological characteristics. One single treatment was assessed, due it was required to keep homogeneous conditions in the experimental units.

Evaluated variables

The methodology process of the project included physical and ecological-geographical exploration for identification of roselle's (*Hibiscus sabdariffa* L.) phylogenetic resources of interest. The exploration strategy was identification and sampling of plants, based on specie's agricultural ecological requirements like climate, soil, slope, and height; as well as localities defined like roselle-harvested in the state of Guerrero (Anonymous, 2006). The selection criteria for plants were: a) that specimens came from different plants and localities and also that be in production phase and with apparently health; b) the number of plants to which sample was taken varied from 2 to 15 plants per accession; and c) simultaneously the variables corresponding to geographical location like slope and height were taken with Model 2000 GPS system, association with type of vegetation or species of agronomic interest, soil color and stony index in place of sampling, such information is recorded in the log data.

de 2 a 15 plantas por accesión; y c) en forma simultánea se tomaron las variables correspondientes a la ubicación geográfica con la ayuda de un GPS Modelo 2000, como pendiente, altitud, asociación con tipo de vegetación o especies de interés agronómico, color del suelo e índice de pedregosidad en el lugar de la muestra, dicha información se encuentra registrada en los datos de pasaporte.

De cada planta se colectó un mínimo de 10 frutos. Los frutos cosechados se envolvieron en bolsas de papel y se trasladaron a las instalaciones de la UACH, para su almacenamiento por un lapso de 3 meses hasta que alcanzaron el punto adecuado de madurez.

Los características estructurales de la planta tomados en cuenta fueron: altura de planta, se midió desde la base del tallo hasta el meristemo apical considerando que la planta ya había culminado su desarrollo hasta su estado adulto y se encontraba en etapa productiva; la cobertura foliar se midió tomando en cuenta las longitudes mayor y menor de las zonas de goteo de cada ejemplar. El diámetro basal se midió considerando la parte más baja del tallo que presentaba contacto directo con el sustrato. El criterio utilizado para medir el diámetro basal medio, se basó en el hecho de que no todas las colectas presentaban el mismo porte, por lo tanto, una vez que dichos especímenes se encontraban en su estado adulto, se procedió a tomar datos de altura de la planta y dividirla entre dos para obtener la altura media. Simultáneamente a lo anterior se tomó datos de número de flores, número de ramas, ausencia o presencia de glándulas, precocidad, color visible de hojas, flores y frutos. Para evaluar características de las hojas, de cada colecta se seleccionó al azar 5 de ellas fisiológicamente maduras y a diferentes niveles de ubicación en la planta.

En cuanto el análisis de la parte reproductiva de la planta, se consideraron los cálices y las semillas debido a que son las principales partes aprovechables. Se tomó el peso del fruto así como datos de longitud y diámetro promedio con la ayuda de un vernier y una balanza granataria. Cabe resaltar que para el muestreo se realizó una selección de 10 frutos en todos los individuos de las 47 colectas. Éstos se separaron y se midieron en fresco tomando los datos anteriormente mencionados.

Las características cualitativas evaluadas fueron: a) color visual de la hoja; b) color de pecíolo; c) color aparente del tallo; d) color de brácteas; e) color de flor; f) precocidad; g) ausencia o presencia de glándulas melíferas; h) color

From each plant at least 10 fruits were collected. The harvested fruits were wrapped in paper bags and moved to UACH facilities, for storing during 3 months until they reach suitable mature state.

The taken plant's structural characteristics were: plant height, measured from stem base to apical meristem considering that the plant has finished its development to adult state and found in productive stage; foliar cover was measured taking into account the longer and shortest lengths of drip zones of each sample. Basal diameter was measured considering the stem's lowest portion that had direct contact with substrate. The used criteria to measure average basal diameter was based in the fact that not all collections had same size, therefore, once they were adults height was measured and divided by two to obtain average height.

Also, at the same time, data like number of flowers, number of branches, presence or lack of gland, earliness, visible color of leaves, flowers and fruits. To evaluate leaves characteristics, from each collection 5 were selected at random which were physiologically mature and at different plant locations were taken.

As for analysis of plant reproduction system, calyxes and seed were considered due they are the most used parts. Fruit weight was measured as well as average length and diameter using vernier scale and top loading balance. It is worth to mention that for sampling a selection of 10 fruits were used from each one of the 47 collections. These were separated and measured in fresh.

The qualitative characteristics assessed were: a) leaf visual color; b) petiole color; c) stem apparent color; d) bracts color; e) flower color; f) earliness; g) lack or presence of glands; h) visual apparent color visual of fruit; and i) total defoliation at 6 months. To set values a comparison between all collections was made and with experience on continuous contact with materials scales for all phenotypical qualitative variables were set. The measured quantitative characters were: number of branches, number of fruits, number of bracts, lobules and color averages for leaf, stem, flower and fruit, as well as measurements of foliar area, angles, heights, weights, diameters and lengths.

Statistical analysis of morphological markers

With the aim of statistically analyze morphological characters database was developed in Excel and then the variables were discriminated in quantitative and qualitative,

visual del fruto aparente; e i) defoliación total a los 6 meses. Para establecer los valores se realizó una comparación entre todas las colectas y con experiencia del contacto continuo entre los materiales se establecieron escalas para todas las variables fenotípicas cualitativas. Los caracteres cuantitativos medidos fueron: número de ramas, número de frutos, número de brácteas, lóbulos y los promedios de color de hoja, tallo, flor y fruto, así como mediciones de área foliar, ángulos, alturas, pesos, diámetros y longitudes.

Análisis estadísticos de marcadores morfológicos

Con el propósito de analizar estadísticamente los caracteres morfológicos, se realizó una base de datos en Excel y posteriormente se separaron las variables en cuantitativas y cualitativas siendo 40 y 10, respectivamente. Con las variables morfológicas cuantitativas y cualitativas se procedió a realizar análisis estadísticos independientes con el programa Statistical Analysis System, SAS (2004) versión 9 utilizando los procedimientos siguientes: para la selección de las variables cuantitativas con alta significancia se utilizó el principio de una regresión progresiva hacia adelante llamado Forward y con las variables seleccionadas y estandarizadas se determinó del número de grupos de colectas a través de la representación gráfica de un análisis cúbico de agrupamientos y el uso de distancias euclidianas cuadradas.

Con las variables cualitativas se realizó un segundo análisis, en donde los agrupamientos estuvieron determinados en base a un análisis de correspondencia para detectar relaciones fenotípicas entre las colectas y así mismo inferir que características determinaron la formación de grupos.

En la caracterización morfológica la selección de las variables cuantitativas altamente significativas se utilizó el principio de una regresión progresiva hacia adelante con la instrucción Forward con un nivel de significancia de 0.04 y 0.01 y de la cual se obtuvieron las siguientes variables altamente significativas (Cuadro 1).

Una vez realizada la selección de las variables altamente significativas, éstas se utilizaron para el realizar el análisis cúbico de agrupamientos y determinar el número de grupos formados, siendo 4 para los caracteres morfológicos cuantitativos y dicho agrupamiento fue corroborado por el análisis de conglomerado de la varianza mínima de WARD correspondientes a las variables morfológicas cuantitativas seleccionadas (Cuadro 2).

resulting in 40 and 10 respectively. With these variables independent statistical analysis was made using Statistical Analysis System, SAS (2004) version 9 using the following procedures: for selection of quantitative variables with high significance the principle of forward progressive regression was used and with the selected and standardized variables the number of collection groups was defined by graphic representation of grouping cubic analysis and use of square Euclidian distances.

With qualitative variables a second analysis was performed, in which groups were defined based on correspondence analysis to detect phenotypical relationships between collections and also infer the characteristics that define groups' formation.

In the morphological characterization the selection of highly significant quantitative variables the principle of forward progressive regression was used at a significance level of 0.04 and 0.01 and from which the following highly significant variables were obtained (Table 1).

Once the highly significant variables selection is made, they were used to make cubic groups analysis and define the number of created groups, being 4 for quantitative morphological characters and such grouping was verified by conglomerate of minimum variance analysis WARD corresponding to selected morphological quantitative variables (Table 2).

To define number of groups canonical discriminant analysis was performed. It allowed to define the characteristics that better contribute to discriminate or separate groups (Figure 1).

In dendrogram of Figure 2 it is observed the formation of four groups that keep a relationship according to grouping cubic analysis. The height of cut is at 0.100.

Group I is divided in two sub-groups. The first sub-group is comprised by collections 10T, 15C, 19T, 1C, 11C, 16C, 11T, 28C, 12C, 22T, 20C, 27C, 9C, 30T, JC, 1T, 28T, 31T, 20T, 27T, 25C, 26T and 24T. In this sub-group the collections 11T and 28C are separated by a distance of 0.001 being the shortest distance observed in the dendrogram.

The second sub-group was constituted by collections: 14T, 7C, 15T, 29T, 21T and 23T. Which were separated a distance of 0.075. Group II is comprised only by collection 9T, separating from group I at a distance of

Cuadro 1. Selección de variables por el método de Forward.
Table 1. Variables selection by Forward method.

Número de variables	Método de Forward	Carácter medido
1	X47	Ancho en la base del lóbulo principal de la hoja
2	X48	Ángulo en la base del pecíolo
3	X50	Longitud promedio del fruto
4	X49	Perímetro promedio del fruto
5	X25	Promedio de color de fruto cuantificado con colorímetro (L)
6	X38	Promedio de color de flor cuantificado con colorímetro (a)
7	X42	Perímetro de la hoja
8	X43	Longitud vertical de la hoja
9	X46	Ángulo del lóbulo izquierdo de la hoja
10	X44	Longitud horizontal de la hoja
11	X2	Número de ramas
12	X14	Numero de brácteas
13	X3	Número de frutos
14	X33	Color del tallo en la parte media de la planta cuantificado con colorímetro(L)
15	X31	Color de tallo en la base cuantificado con colorímetro (b)
16	X28	Croma C de fruto
17	X41	Área de la hoja
18	X4	Número de flores
19	X39	Promedio de color de flor cuantificado con colorímetro (b)
20	X40	Croma C de la flor
21	X21	Promedio de color de hoja cuantificado con colorímetro (L)
22	X7	Número de lóbulos en hojas por planta
23	X1	Altura de planta
24	X9	Longitud de pecíolo
25	X34	Color del tallo en la parte media de la planta cuantificado con colorímetro(a)

Cuadro 2. Análisis de conglomerado de la varianza mínima de WARD correspondientes a las variables morfológicas cuantitativas seleccionadas.

Table 2. Conglomerate of minimum variance analysis WARD corresponding to selected morphological quantitative variables.

Conglomerados	Valor propio	Diferencia	Proporción	Proporción acumulada
1	5.74	0.93	0.23	0.23
2	4.81	1.94	0.19	0.42
3	2.87	0.73	0.12	0.54
4	2.15	0.16	0.09	0.62
5	1.99	0.58	0.08	0.70
6	1.41	0.15	0.06	0.76
7	1.26	0.29	0.05	0.81
8	0.98	0.17	0.04	0.85
9	0.81	0.18	0.03	0.88
10	0.63	0.02	0.03	0.91
11	0.60	0.18	0.02	0.93
12	0.42	0.06	0.02	0.95
13	0.36	0.13	0.01	0.96
14	0.23	0.03	0.01	0.97
15	0.21	0.04	0.01	0.98
16	0.17	0.03	0.01	0.99
17	0.14	0.05	0.01	0.99

¹Se han estandarizado los datos en la media 0 y varianza 1. Desviación estándar de la muestra total cuadrática media= 7.07.

Cuadro 2. Análisis de conglomerado de la varianza mínima de WARD correspondientes a las variables morfológicas cuantitativas seleccionadas (Continuación).

Table 2. Conglomerate of minimum variance analysis WARD corresponding to selected morphological quantitative variables (Continuation).

Conglomerados	Valor propio	Diferencia	Proporción	Proporción acumulada
18	0.10	0.06	0.00	1.00
19	0.04	0.01	0.00	1.00
20	0.03	0.00	0.00	1.00
21	0.02	0.01	0.00	1.00
22	0.02	0.02	0.00	1.00
23	0.00	0.00	0.00	1.00
24	0.00	0.00	0.00	1.00
25	0.00	0.00	0.00	1.00

¹Se han estandarizado los datos en la media 0 y varianza 1. Desviación estándar de la muestra total cuadrática media= 7.07.

Para determinar el número de grupos se realizó un análisis discriminante canónico. El análisis discriminante canónico permitió determinar las características que mejor contribuyeron a la separación de los grupos (Figura 1).

0.135. Group III was comprised by collections: 13T, 16T, 19C, 36T, 37T, 4T, 5T, 29C, TEX, 3T, 32T, 33T, 34T, 38T, 35T and 39T. This group is linked to group IV at a distance of 0.130. The fourth group is constituted by collection 7T.

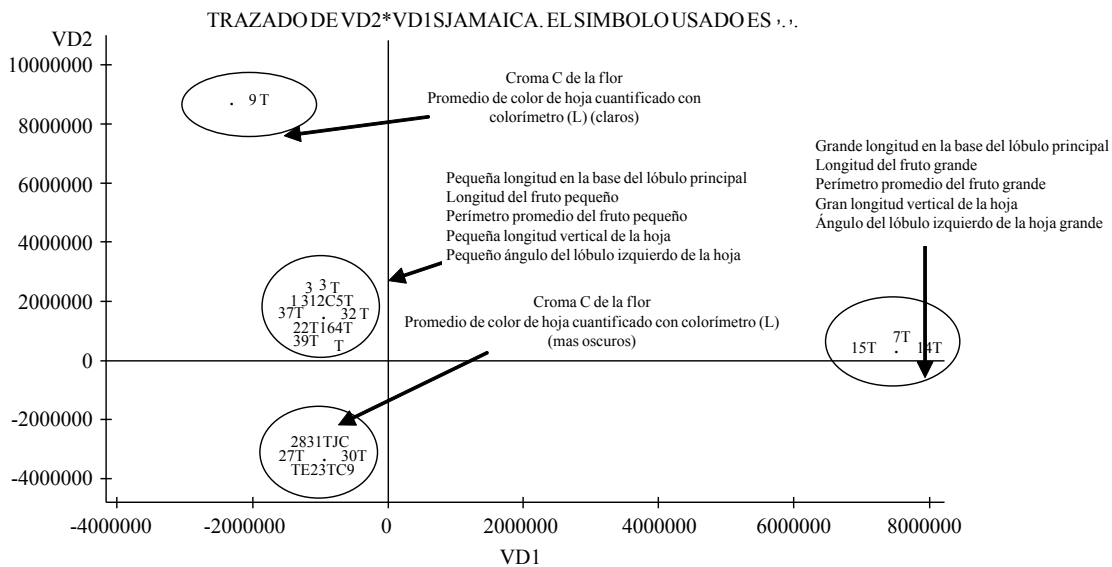


Figura 1. Ubicación espacial de los cuatro grupos de colectas de jamaica con sus variables discriminantes 1y 2 (VD1 y VD2).
Figure 1. Spatial location of four groups of roselle collections with its discriminant variables 1 and 2 (VD1 and VD2).

En el dendrograma de la Figura 2 se observa la formación de cuatro grupos que mantienen una relación según el análisis cúbico de agrupamiento. La altura de corte se presenta a 0.100.

El grupo I se divide en dos subgrupos. El primer subgrupo está conformado por las colectas 10T, 15C, 19T, 1C, 11C, 11T, 28C, 12C, 22T, 20C, 27C, 9C, 30T, JC, 1T, 28T, 31T, 20T, 27T, 25C, 26T y 24T. En este subgrupo se encuentran las colectas 11T y 28C separadas a una distancia de 0.001, siendo esta la menor distancia que se observa en el dendrograma.

Thanks to their phenotypical characteristics, 7T and 9T belong to the most important collections that are totally apart from main groups. Collection 7T has very colorful fruits and lacks of glands, while 9T is very late, has white color fruits and has glands.

For morphological characterization, also were included qualitative variables X8, X17, X12, X15 and X18 that symbolize leaf visual color, earliness, stem's apparent color, bracts color and lack or presence of glands, which substantially contributed to groups' differentiation.

El segundo subgrupo lo formaron las colectas: 14T, 7C, 15T, 29T, 21T y 23T. Mismas que se separaron a una distancia de 0.075. El grupo II lo conformó sólo la colecta 9T, separándose del grupo uno a una distancia de 0.135. El grupo III estuvo conformado por las colectas: 13T, 16T, 19C, 36T, 37T, 4T, 5T, 29C, TEX, 3T, 32T, 33T, 34T, 38T, 35T y 39T. Este grupo se encuentra unido al grupo IV a una distancia de 0.130. El cuarto grupo lo constituyó la colecta 7T.

Entre las colectas más importantes que se separan totalmente de los grupos principales debido a sus características fenotípicas fueron las 7T y 9T. La colecta 7T presenta frutos muy coloridos y carece de glándulas melíferas, mientras que 9T es muy tardía, tiene frutos de color blanco y presenta glándulas melíferas.

Para la caracterización morfológica también se incluyeron las variables cualitativas X8, X17, X12, X15 y X18 que simbolizan al color visual de la hoja, precocidad, color aparente del tallo, color de brácteas y ausencia o presencia de glándulas melíferas, mismas que contribuyeron de manera substancial en la separación de los grupos.

Conclusiones

Las variables morfológicas permitieron diferenciar a los genotipos de jamaica divididos a la alta variabilidad de los materiales de *Hibiscus sabdariffa* L. Los agrupamientos de genotipos, resultado de la caracterización morfológica fueron 4 grupos diferentes y los caracteres morfológicos cuantitativos que más aportaron a la diferenciación fueron: ancho en la base del lóbulo principal de la hoja, longitud promedio del fruto, perímetro promedio del fruto, longitud vertical de la hoja, ángulo del lóbulo izquierdo de la hoja, cromatismo (C) de la flor y promedio de color de hoja cuantificado con colorímetro (L). Los caracteres cualitativos que mejor ayudaron a definir los grupos de jamaicas fueron color visual de la hoja, precocidad, color aparente del tallo, color de brácteas y ausencia o presencia de glándulas melíferas.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la oportunidad para realizar los estudios de posgrado del primer autor.

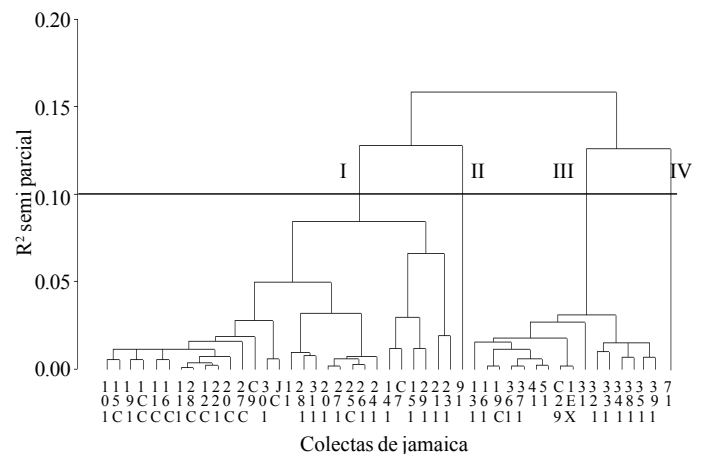


Figura 2. Dendrograma de relaciones entre las 47 colectas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) utilizando distancias euclidianas al cuadrado y el método de agrupamiento UPGMA.

Figure 2. Dendrogram of relationships between 47 collections of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) using Euclidian distances to square power and UPGMA grouping method.

Conclusions

Morphological variables allowed to differentiate roselle genotypes due to high variability of *Hibiscus sabdariffa* L., materials. Genotypes groupings, resulting from morphological characterization, were 4 different groups and the quantitative morphological characters that more contributed to differentiation were: width at the base of leaf's main lobule, average length of fruit, average perimeter of fruit, leaf's vertical length, leaf's left lobule angle, flower's chroma (C) and average leaf's color quantified by colorimeter (L). The qualitative characters that best helped to define roselle groups were leaf's visual color, earliness, stem's apparent color, bracts color and lack or presence of glands.

End of the English version



Literatura citada

- Al-Wandawi, H.; Al-Shaikhaly, K. and Abdurahman, M. 1984. Roselle seeds: a new source of protein. *J. Sci. Food Agric.* 32:510-512.

- Anónimo, 2006. Avances de cosechas del ciclo primavera verano por cultivo 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Información del Sector Agrícola Delegación Estatal Guerrero Sección Estadísticas.
- Anónimo, 2008. Estadísticas del cultivo de jamaica en el estado de Guerrero. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. www.sagarpa.gob.mx. (28/07/2011).
- Anónimo, 2010. Estadísticas del cultivo de jamaica en el estado de Guerrero. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. www.sagarpa.gob.mx. (28/07/2011).
- Balami, A. 1998. The effect of processing conditions packaging and store on selected quality attributes of Mungza Ntusa. M. Sc. Thesis, University of Ibadan, Nigeria.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, 4ª. Ed. UNAM. México, D. F. 252 pp.
- Haji Faraji, M. and Haji, T. A. H. 1999. The effect of sour tea (*Hibiscus sabdariffa*) on essential hypertension. *J. Ethnopharmacol.* 65:231-236.
- Omer, E. A.; Khattab, M. E. and Ibrahim, M. E. 1997. Effect of pinching and foliar application of some growth regulators on two new early mature varieties of *Hibiscus sabdariffa* L. *Egypt J. Hort.* 24:117-130.
- Pin-Der, D. and Gow-Chin, Y. 1997. Antioxidative activity of three herbal water extracts. *J. Food Chem.* 60:639-645.

